



Ray Tracing

*Leandro Paganotti Brazil
Rosane Minghim
Computação Gráfica
ICMC – USP
2007 - 2012*



Resumo

- Introdução
- Ray Tracing Básico
- Intersecção Raio-Cena
- Ray Tracing Recursivo
 - Sombra
 - Reflexão
 - Transparência
- Antialiasing
- Volumes Limitantes
- Referências Bibliográficas



Introdução

- Computação Gráfica
 - Modelagem
 - Visualização

- Ray Tracing
 - Algoritmo de visualização simples e eficiente.



Ray Tracing Básico

- Idéia
 - Observador se senta em frente a uma tela plana transparente. De seus olhos partem diversos "raios visuais" que vão atravessar os pontos da tela e bater nos objetos tridimensionais, que foram definidos utilizando-se alguma técnica de modelagem. Pintamos, então, o ponto da tela que foi atravessado pelo raio com a cor do objeto que foi atingido por este.

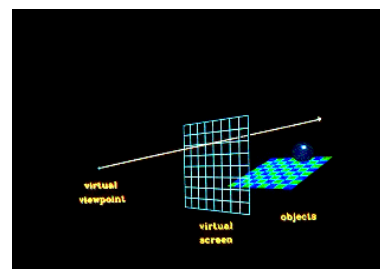
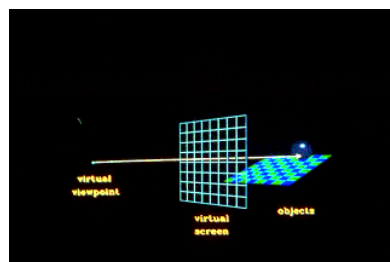
Ray Tracing Básico

■ Algoritmo

Para cada ponto (i,j) da tela

- Calcule uma linha reta unindo o olho do observador a um ponto (i,j) da tela;
- Descubra as interseções desta reta com os objetos 3D que estão atrás da tela;
- Se houve interseções, pinte o ponto com a cor do objeto mais próximo. Caso contrário pinte o ponto com a cor do fundo.

Ray Tracing Básico

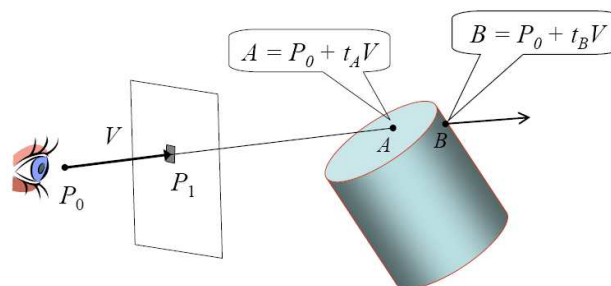


Ray Tracing Básico

- Os objetos são descritos sob a forma de estrutura de dados.
- Diversos fatores influem no cálculo da cor do ponto, como a iluminação, por exemplo.
- Caminho inverso.

Intersecção Raio-Cena

- O raio é modelado como uma reta em forma paramétrica: $P_0 + t.V$ e $V = P_1 - P_0$

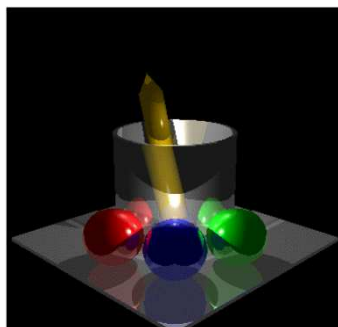


Ray Tracing Recursivo

- O algoritmo completo de Ray Tracing é formado por diversas chamadas recursivas. Tal recursão é necessária para produzir os efeitos de reflexão, sombra e transparência.

Ray Tracing Recursivo

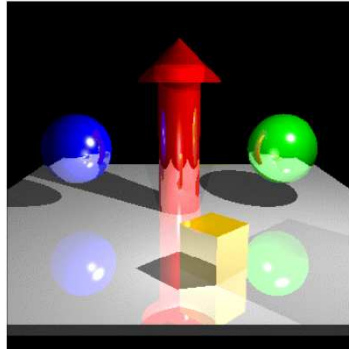
- Sombra
 - lançar um outro raio, chamado "raio de sombra", que une o ponto do objeto que foi atingido ao ponto de luz. Se entre o ponto e a luz existir um outro objeto opaco, este ponto estará na sombra.



Ray Tracing Recursivo

■ Reflexão

- lançado um novo raio visual a partir do ponto atingido, só que na direção de reflexão. Este ponto terá a cor calculada a partir do raio refletido.



Ray Tracing Recursivo

■ Transparência

$$\frac{N1}{N2} = \frac{\text{sen}\theta2}{\text{sen}\theta1}$$

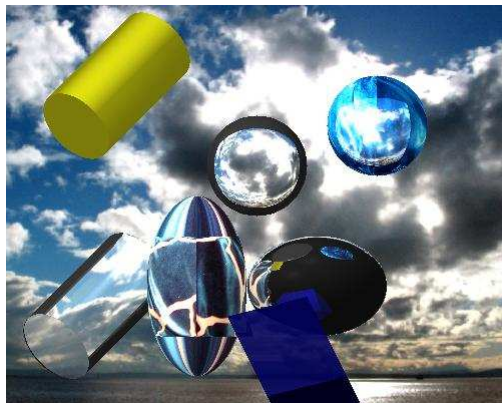
$$T = (N_{21} \cdot (N \cdot I) - \sqrt{1 - (N_{21})^2 \cdot (1 - (N \cdot I)^2)}) \cdot N - N_{21} \cdot I$$

$$N_{21} = \frac{N2}{N1}$$

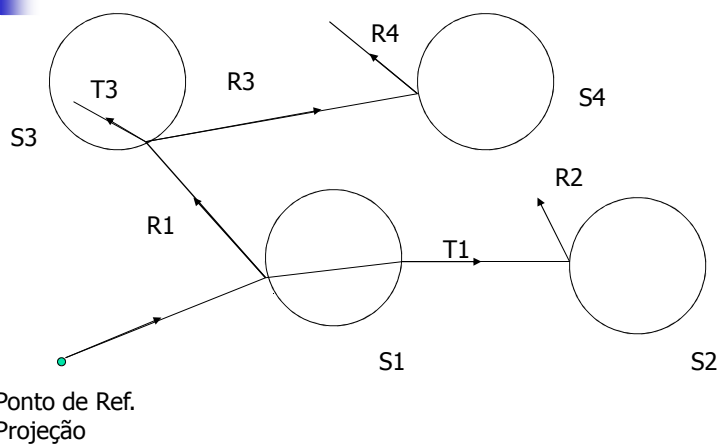
N = Normal na superfície no ponto atingido pelo raio.
 I = Vetor de incidência da luz.

Ray Tracing Recursivo

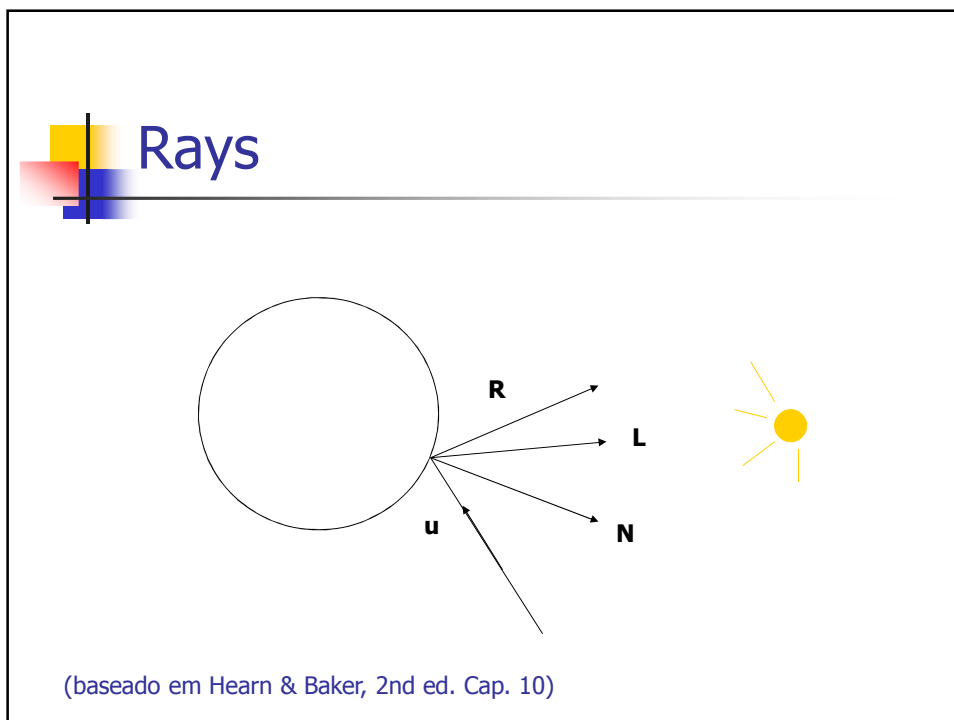
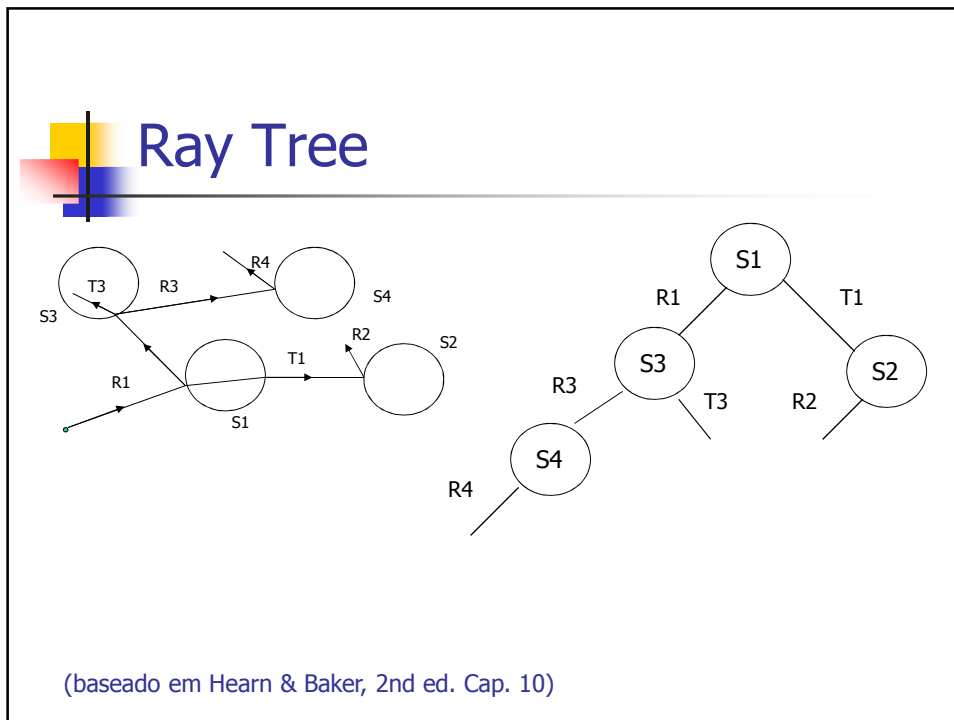
■ Transparência



Ray Tracing Recursivo



(baseado em Hearn & Baker, 2nd ed. Cap. 10)





Ray Tracing Recursivo

- Algoritmo

Para cada ponto(i,j) da tela

- Calcule uma linha reta unindo o olho do observador a um ponto (i,j) da tela;
- Descubra as interseções desta reta com os objetos 3D que estão atrás da tela;
- Se houve interseção, determinar o objeto mais próximo:
 - Computar contribuição da luz ambiente
 - Para cada fonte de luz, determinar a visibilidade (detecção d sombra). Se a fonte for visível, somar a contribuição de reflexão difusa.
 - Se limite de recursão não foi atingido: somar contribuição de reflexão especular acompanhado o raio refletido, e somar contribuição de transmissão acompanhando o raio refratado.
- Caso contrário pinte o ponto com a cor do fundo.



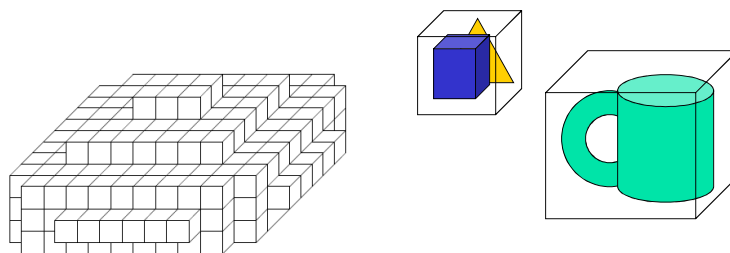
Realismo e Antialiasing

- lançar mais raios por pixel, calculando intensidades de "sub-pixels", e depois calcular uma média aritmética ou ponderada destes valores.
- selecionar aqueles pixels que precisam ser melhor calculados.
 - aqueles em cuja vizinhança ocorra uma grande mudança de cor.

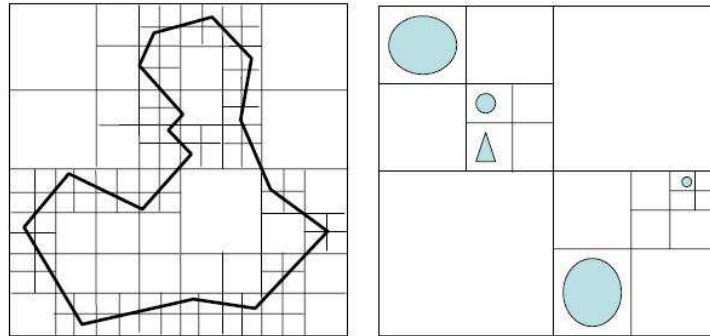
Eficiência: Volumes Limitantes e decomposição espacial

- O algoritmo de Ray Tracing gasta entre 75% e 95% de seu tempo determinando as interseções com os objetos, por isso, a eficiência da rotina de interseção raio-objetos afeta significativamente a eficiência do algoritmo.

Decomposição Espacial e Volumes Limitantes



Decomposição Espacial e Volumes Limitantes



Ray Tracing x Ray Casting...



Material Adicional

- Introdução ao Ray Tracing. Fernando Wagner Serpa Vieira da Silva, Laboratório de Computação Gráfica – LCG, COPPE / UFRJ – Engenharia de Sistemas e Computação.
- Introdução a Computação Gráfica – Ray Tracing. Cláudio Esperança e Paulo Roma Cavalcanti, UFRJ.
- Notas de aula: Ray Tracing. J. M. Brisson Lopes. IST - Portugal
- Mestrado: Uma Implementação Simples do Algoritmo Traçado de Raios. Maria Ferreira de Noronha e Marcelo Gattass (Orientador) – PUC Rio